

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-306106

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
G06T 1/00
G06T 7/60

(21)Application number : 2000-034653

(71)Applicant : MEDEIKKU ENGINEERING:KK

(22)Date of filing : 14.02.2000

(72)Inventor : TANIJIRI TOYOHISA

(30)Priority

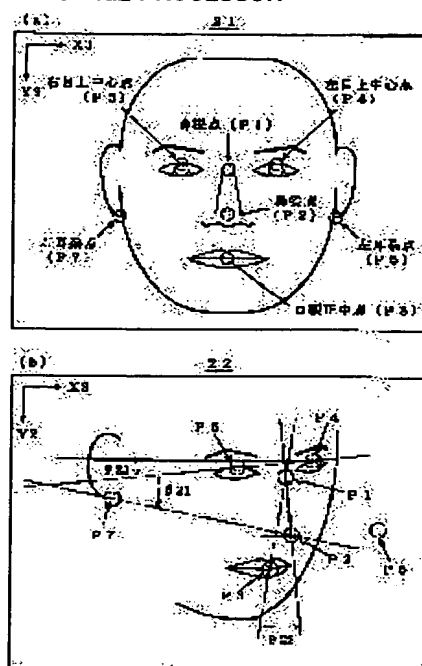
Priority number : 11035833 Priority date : 15.02.1999 Priority country : JP

(54) METHOD FOR ORIENTATING THREE-DIMENSIONAL DIRECTED OBJECT AND IMAGE PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform processing that turns a three-dimensional image in a three-dimensional virtual space with high accuracy by generating a projected image of the three-dimensional image of a three-dimensional directed object to a prescribed plane and making it as a collation destination image, acquiring two-dimensional coordinate data of designated feature points of the collation destination image and processing three-dimensional shape data, the collation destination image and the two-dimensional coordinate data of the designated feature points by a prescribed method.

SOLUTION: When a two-dimensional image (projected image of a 3D image) 21 showing a face seen from the front and a 2D image 22 are displayed on the screen, a user searches for plural feature points (facial parts) that are preliminarily defined in the 3D projected image and successively clicks those feature points. When seven feature points of the image 22 are sequentially clicked, a data processing part acquires the X2 and Y2 coordinates of each feature point each time click is performed and stores coordinates data in a memory. When the features point designation in both the images 21 and 22 is completed, the user clicks an execution button. The data processing part executes prescribed processing in response to it.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3276949

[Date of registration] 08.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-306106
(P2000-306106A)

(43)公開日 平成12年11月2日(2000.11.2)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62	4 1 5
1/00			A
7/60		15/70	3 5 0 H

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-34653(P2000-34653)
(22)出願日 平成12年2月14日(2000.2.14)
(31)優先権主張番号 特願平11-35833
(32)優先日 平成11年2月15日(1999.2.15)
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 399004485
株式会社メディックエンジニアリング
京都府京都市左京区高野東開町11-1 T
Kビル3F
(72)発明者 谷尻 豊寿
京都市左京区高野東開町11-1 TKビル
3F 株式会社メディックエンジニアリン
グ内
(74)代理人 100095670
弁理士 小林 良平 (外1名)

(54)【発明の名称】 3次元有向体の定位方法及び画像処理装置

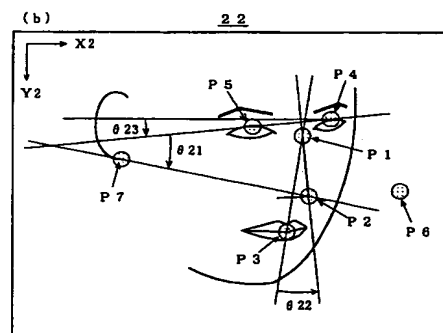
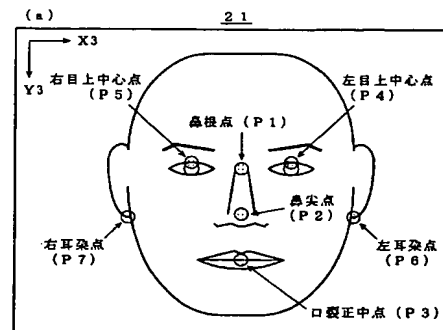
(57)【要約】

【課題】 3次元仮想空間内に生成された3次元像を回転させ、与えられた2次元画像に写った被写体と同じ方向に向ける処理を自動的に且つ簡単に行う。

【解決手段】 カメラ等で撮影された写真や映像から得られた画像(2D画像)22と、予め用意された3次元形状データを処理して3次元仮想空間内に生成された3次元顔貌像の所定平面への投影像(3D投影像)21を画面に表示し、各画像に写った顔の特徴点P1~P7を指定する。そして、3D投影像21において7つの特徴点の2次元座標から求められる2つの角度 θ_{31} 及び θ_{32} と2D画像において同様に求められる2つの角度 θ_{21} 及び θ_{22} を含む次式

$$K = (\theta_{31} - \theta_{21})^2 + (\theta_{32} - \theta_{22})^2$$

により定義されるチェック値Kが最小化されるように、3次元顔貌像を3次元仮想空間内で回転させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元有向体の特徴点のうち3次元空間内で同一平面上にない4つの特徴点を含む複数の特徴点を指定特徴点として予め定め、

第一の3次元有向体を写した2次元画像である照合元画像において前記指定特徴点の2次元座標データを取得し、

第二の3次元有向体の3次元形状データを処理することにより3次元仮想空間においてある方向に向いた前記第二の3次元有向体の3次元像を生成し、該3次元像の所定平面への投影像を生成してこれを照合先画像とし、該照合先画像において前記指定特徴点の2次元座標データを取得し、

前記3次元形状データと前記照合元画像及び前記照合先画像において取得された前記指定特徴点の2次元座標データとを所定の方法で処理することにより、前記照合元画像における前記指定特徴点の位置関係と前記照合先画像における前記指定特徴点の位置関係との一致の度合を示すチェック値が最適化されるような、前記3次元像の前記3次元仮想空間における向きを求め、を特徴とする3次元有向体の定位方法。

【請求項2】 上記3次元有向体は人間の顔である請求項1に記載の3次元有向体の定位方法。

【請求項3】 上記指定特徴点は、鼻根点、鼻尖点、口裂正中点、左右の目上中心点及び左右の耳朶点を含むことを特徴とする請求項2に記載の3次元有向体の定位方法。

【請求項4】 上記チェック値は、上記左右の目上中心点を通る直線と前記鼻尖点及び前記左又は右の耳朶点を通る直線とが成す角の角度と、前記鼻根点から前記鼻尖点及び前記耳朶点を望む角の角度とを用いて定義されたことを特徴とする請求項3に記載の3次元有向体の定位方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の方法に従ってデータ処理を行うデータ処理手段と、上記チェック値が最適化されるような上記3次元像の3次元仮想空間内での向きが求められたら、その向きを向いた上記3次元像の上記所定平面への投影像を照合先画像として表示する画像表示手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、与えられた2次元画像（写真等）に写った人間の顔と、それとは別に用意された画像に写った人間の顔との異同識別の分野で利用可能な画像処理方法及びその処理を実行するための画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】今日の犯罪捜査においては、防犯カメラ又はビデオで撮影された犯人の顔と、これとは別に用意

された写真やデジタル画像等の2次元画像に写った被疑者の顔との異同識別を行うための鑑定の機会が増加しており、この鑑定の結果が事件の解決に大きく貢献することも多い。このような鑑定において、防犯カメラ等で撮影された犯人の顔を撮影した方向と、2次元画像に写った被疑者の顔を撮影した方向が同じであれば、両者の異同を高い確度で識別することができる。しかし、実際には、防犯カメラ等により犯人の顔が撮影される方向は一定ではなく様々であるため、犯人が撮影された方向と同じ方向から撮影された被疑者の顔の2次元画像が常に利用できるとは限らない。

【0003】上述のような問題に鑑みて考案されたシステムが「科学警察研究所報告48巻4号」（1995年11月発行）の第149頁～第158頁に開示されている。このシステムでは、3次元顔貌計測装置を用いて採取された被疑者の顔（頭部）の3次元形状データを処理することにより、その顔の3次元像が3次元仮想空間内に生成され、ディスプレイの画面上にはその3次元像の2次元投影像が表示される。そして、3次元仮想空間内で3次元像を3次的に回転させる処理を行うと、画面に表示された2次元投影像に写った顔の向きが変化する。このようにして、3次元像を3次元仮想空間内で適宜回転させることにより、任意の方向に向いた被疑者の顔画像を画面上で生成することができるのである。このシステムを用いれば、防犯カメラ等により撮影された犯人の顔がどの方向を向いていても、それと同じ方向を向いた被疑者の顔画像を画面上で自在に生成するだけでなく、更に画面上で被疑者の顔画像を犯人の顔画像に重畳させることもできる。このシステムにより、従来よりも高い確度で異同識別を行うことができるようになった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記システムにおいて、画面上で被疑者の顔画像を犯人の顔画像に重畳させる作業は、被疑者の顔画像をワイヤフレームモードで表示し、使用者がマウス等の入力装置を適宜操作する（例えば、ワイヤフレーム上のある点をマウスカーソルで把持して適宜方向にドラッグする）ことによりワイヤフレーム像を3次元仮想空間内で回転させ、犯人の顔画像と最もよく重なり合うようなワイヤフレーム像の顔の向きを見つける、という手順で行われる。これは、試行錯誤によりワイヤフレーム像の最適な向きを見出すという作業であるため、システムの操作に不慣れな者がその作業を行うと相当の時間が費やされる。また、操作者がその作業に熟練していたとしても、異同識別の対象とされる被疑者の数が多くなれば、やはりその作業に相当な時間と労力が費やされてしまう。

【0005】本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、予め用意された3次元形状データを処理して得られる3次元像を所定平面に投影した2次元画像に写った被写体（被疑

者の顔)が、与えられた画像に写った被写体(犯人の顔)と同じ方向を向くように、上記3次元像を3次元仮想空間内で回転させる処理を、操作者の手を煩わせることなく、しかも高い精度で行うための方法を提供することにある。また、本発明は、前記方法に基づく処理を行うための装置、及びそのような装置をコンピュータを用いて構成するためのコンピュータ読み取り可能な記録媒体をも提供する。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、3次元有向体の特徴点のうち3次元空間内で同一平面上にない4つの特徴点を含む複数の特徴点を指定特徴点として予め定め、第一の3次元有向体を写した2次元画像である照合元画像において前記指定特徴点の2次元座標データを取得し、第二の3次元有向体の3次元形状データを処理することにより3次元仮想空間においてある方向に向いた前記第二の3次元有向体の3次元像を生成し、該3次元像の所定平面への投影像を生成してこれを照合先画像とし、該照合先画像において前記指定特徴点の2次元座標データを取得し、前記3次元形状データと前記照合元画像及び前記照合先画像において取得された前記指定特徴点の2次元座標データとを所定の方法で処理することにより、前記照合元画像における前記指定特徴点の位置関係と前記照合先画像における前記指定特徴点の位置関係との一致の度合を示すチェック値が最適化されるような、前記3次元像の前記3次元仮想空間における向きを求め、を特徴とする3次元有向体の定位方法を提供する。

【0007】また、本発明は、上記方法に従ってデータ処理を行うデータ処理手段と、上記チェック値が最適化されるような上記3次元像の3次元仮想空間内での向きが求められたら、その向きを向いた上記3次元像の上記所定平面への投影像を照合先画像として表示する画像表示手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】本明細書においては、3次元空間において向き及び回転位置を定義することができる物体を3次元有向体とよぶ。例えば、完全に均一な表面を有する球体は向きを持たないが、この球体の表面に点を1つ描けば、球体の中心を原点とするその点の位置ベクトルによりその球体の向きを定義することができ、更に、上記点から識別可能な第二の点を球面に描けば、上記位置ベクトルを中心軸とする球体の回転位置を定義することができる。従って、表面に識別可能な2点を描いた球体は、3次元有向体とみなすことができる。また、人間の顔も3次元有向体の一例である。なお、3次元有向体を向き及び回転位置を決定することを本明細書では3次元有向体の定位とよぶ。

【0009】また、本明細書においては、3次元有向体

の表面の点であって周囲の領域から識別可能な点(又は部位)のことを3次元有向体の特徴点とよぶ。例えば、人間の顔を3次元有向体として見た場合、瞳の中心、目頭、目尻、上瞼の先端、耳朵の上端又は下端、耳の孔、鼻の先端、鼻の上端の付け根、上下の口唇の合わせ目の中心、口の左端又は右端、下顎先端部の中心等、顔の様々な部位を特徴点とみなすことができる。以下の記載では、3次元有向体として人間の顔を取り扱うものとして、本発明に係る方法の手順を説明する。

【0010】まず、上述のような顔の特徴点の中から、3次元空間内で同一平面上にない4つの特徴点を含む複数の特徴点を指定特徴点として定める。このとき、次のようなことを考慮することが好ましい。すなわち、指定特徴点には、顔を斜めから見たときに顔の他の部位の背後に隠れてしまう可能性が少ないような部位を含めることが好ましい。このような部位の例としては、鼻の先端、鼻の上端の付け根、上瞼の先端等が挙げられる。また、目や耳のように左右一対となった顔の部位の一方を指定特徴点とする場合は、他方も同様に指定特徴点とすることが好ましい。このようにすれば、データ処理に必要な座標データの欠損が発生しにくくなる。更にまた、指定特徴点は、顔の中の狭い領域に集中させず、相互に適度な間隔をおいて顔の全面に分布するようにすることが好ましい。そのためには、例えば、目、耳、鼻、口といった顔の各部位毎に指定特徴点を設定するようにすればよい。このようにすれば、後述するデータ処理において座標データから求められるパラメータの精度が高まる。

【0011】次に、照合元として与えられた第一の顔の2次元画像(照合元画像)において、該第一の顔の各指定特徴点の2次元座標データを取得する。指定特徴点の座標データの取得は、例えば、照合元画像を画面上に表示した後、使用者がマウス等のポインティングデバイス进行操作することにより手動で画面上の特徴点を指定し、データ処理装置が指定された点の2次元座標データを抽出する、という方法によってもよいし、各画像が画面上に表示されたときにデータ処理装置が所定の方法で各画像に写った顔の指定特徴点の2次元座標データを自動的に抽出する、という方法によってもよい。

【0012】次に、照合の対象として別途用意された第二の顔の3次元形状データを処理することにより3次元仮想空間において所定方向及び回転位置に定位された第二の顔の3次元像(基準状態の3次元像)を生成し、更に、該3次元像の所定平面への2次元画像(照合先画像)を生成する。そして、この照合先画像において上記第二の顔の各指定特徴点の2次元座標データを取得する。なお、照合先画像における各指定特徴点の座標データも、照合元画像における座標データの取得方法として例示された上記方法と同様の方法で取得するようにすればよい。また、第二の顔の特徴点の3次元座標データを

予め3次元形状データとともに調べて保存しておき、照合処理の実行時に、その3次元座標データから各指定特徴点の2次元座標データを求めるようにしてもよい。

【0013】その後、前記3次元形状データ及び上述のように取得された各画像の指定特徴点の2次元座標データを所定の方法で処理することにより、3次元仮想空間における第二の顔の3次元像の向きを変化させる。この処理は、例えば、3次元仮想空間において複数の方向を設定し、3次元像の向きを順次各方向に設定してゆく、という手順で行う。このようにして3次元像の向きを変化させつつ、3次元像の所定平面への投影像（すなわち照合先画像）を各方向毎に生成し、照合元画像の指定特徴点の画面上での位置関係と照合先画像の指定特徴点の画面上での位置関係との一致の度合を示すチェック値の変化を調べ、その値が最適化されるような第二の顔の向きを求める。

【0014】上記チェック値は、指定特徴点の選択に応じて様々な方法で定義することが可能である。例えば、指定特徴点のうち3つを選んでそれらの位置関係を示すチェック値を定義することを考えてみる。この場合、照合元画像における3つの指定特徴点A、B、Cの位置関係と照合先画像における3つの指定特徴点D、E、Fとの位置関係が一致するということは、照合元画像上に描いた三角形ABCと照合先画像上に描いた三角形DEFとが互いに相似になる、ということ意味する。一般に2つの三角形の相似条件は、（1）対応する2つの角の角度（ α 、 β ）が等しい、（2）対応する2辺の比（ $1:\rho$ ）とその間の角の角度（ γ ）が等しい、又は（3）対応する3辺の比（ $1:\rho_1:\rho_2$ ）が等しい、と

いうように、2つの変数を用いて表現できる。そこで、チェック値（K）を、例えば、上記条件（1）に基づいて、
$$K = (\alpha_2 - \alpha_3)^2 - (\beta_2 - \beta_3)^2$$
と定義する。ここで、 α_2 及び β_2 は三角形ABCの2つの角（例えば、角Aと角B）の大きさであり、 α_3 及び β_3 は、三角形ABCの前記2つの角に対応する三角形DEFの2つの角（角Dと角E）の大きさである。このようにチェック値Kを定義した場合、本発明に言う「チェック値の最適化」とは、変数Kの値を最小化することを意味する。

【0015】上記説明ではチェック値の定義に用いる指定特徴点の数を3と仮定したが、一般に3次元空間におけるベクトルの向きは2つの変数（例えば方位角と仰角）で表現できるから、指定特徴点の数が4以上の場合でも、その座標データに基づいて算出される2つの変数を用いてチェック値を定義することが可能である。例えば、鼻尖点、鼻根点、左又は右の耳朶点に加えて、上唇と下唇の合わせ目の中心（口裂正中点）を第4の特徴点として指定、鼻根点から鼻尖点及び口裂正中点を望む角の角度と鼻根点から鼻尖点及び耳朶点を望む角の角度と

を用いてチェック値を定義することができる。また、例えば、上記4つの指定特徴点に加え、更に左右の瞳点を第5及び第6の特徴点として指定し、左右の瞳点を通る直線と鼻尖点及び左又は右の耳朶点を通る直線とが成す角の角度と、鼻根点から鼻尖点及び耳朶点を望む角の角度とを用いて、チェック値を定義することもできる。

【0016】本発明に係る方法において、上述のように求められた最適な向きに第二の顔を向けた後、その顔の2次元画像が照合元画像に写った第一の顔と略同じ大きさになるように該第二の顔の2次元画像を拡大又は縮小し、その2次元画像を新たな照合先画像として画面に表示するようにしてもよい。更に、必要に応じて、その新たな照合先画像を照合元画像に重畳して画面上に表示するようにしてもよい。

【0017】なお、このような本発明に係る方法に従ったデータ処理を行うための装置、すなわち、本発明に係る画像処理装置は、画像表示手段を備えたデータ処理システム（例えば、一般に使用されるパーソナルコンピュータ）を利用して構成することができる。

【0018】

【発明の効果】以上のような本発明に係る方法又は装置を、例えば2人の人間の顔の異同識別の作業に応用すれば、パーソナルコンピュータの画像表示装置の画面に表示された画像内の指定特徴点を入力装置（マウス等）の操作により指定するというような簡単な作業を行うだけで、照合元画像に写った第一の顔を撮影した方向と同じ方向から見た第二の顔の2次元画像が表示される。これにより、異同識別の作業効率が大幅に高まる。

【0019】

【実施例】パーソナルコンピュータを含むデータ処理システムを用いて、本発明に従った画像処理を実行する方法の一例について、図面を参照しながら以下に説明する。なお、本実施例においては、3次元有向体として人間の顔を扱うものとする。

【0020】まず、本実施例で使用されるデータ処理システムの構成について図3及び図4を参照しながら説明する。図3は本実施例のシステムを構成する主な機器を示す図である。このシステムは、キーボード41、マウス42、ディスプレイ43及び中央制御装置44を有するパーソナルコンピュータ（パソコン）40を用いて構成されている。このパソコン40には、更に、写真等の平面媒体に写った画像を読み込んで2次元画像データを出力するスキャナ45、カメラ46で撮影された映像をビデオテープ等の記録媒体に記録する録画装置47、予め採取された多数の人間の顔の3次元形状データを保存した外部記憶装置48が接続されている。なお、これらの周辺機器を全てパソコン40に接続することは本発明にとって必須ではない。例えば、別のスキャナ又は録画装置を使って得られた2次元画像データを別のパソコンで磁気ディスク等の記録媒体に保存し、パソコン40に

その記録媒体から2次元画像データを読み込ませるようにすれば、スキャナ45や録画装置47は不要である。また、パソコン40の中央制御装置44に内蔵されたハードディスク等の記憶装置(図示せず)に上記3次元形状データを保存するようにすれば、外部記憶装置48は不要である。

【0021】図4は上記システムの機能的構成を示すブロック図である。機能的に見ると、上記システムは、データ処理部51、使用者がデータ処理部51へ命令や情報を送るための入力部52、写真やビデオ映像等から得られた2次元画像データを記憶するための2次元画像データ記憶部53、多数の顔の3次元形状データを記憶した3次元形状データ記憶部54、及び、画像や文字等を表示するための表示部55から主として構成される。このうち、データ処理部51は、中央制御装置44に備えられたプロセッサ(図示せず)で所定のプログラムを実行することにより構成され、2次元画像データ記憶部53は、中央制御装置44に備えられたメモリやハードディスク(いずれも図示せず)を利用して構成される。入力部52はキーボード41及びマウス42を含み、表示部55はディスプレイ43を含む。3次元形状データ記憶部54は外部記憶装置48に対応する。

【0022】上記システムを用いたデータ処理の一例について以下に説明する。なお、このデータ処理の前に、ある人間の顔の2次元画像データをスキャナ45、録画装置47等を用いて予め採取し、2次元画像データ記憶部53に保存してあるものとする。また、パソコン40には、オペレーティングシステムとしてWindows(米国マイクロソフト社の商標)が搭載されているものとする。

【0023】まず、パソコン40において、本実施例の画像処理を行うプログラムを起動すると、ディスプレイ43の画面に図5のようなウィンドウ60が表示される。ウィンドウ60には8つのコマンドボタン61~68が配置されており、使用者はマウス42を操作し、画面上のマウスカースルで所望のボタンを押下(クリック)することができる。また、ウィンドウ60には、後述する3D投影領域69及び2D画像表示領域70が設けられている。

【0024】ディスプレイ43の画面にウィンドウ60が表示されたら、図1のフローチャートに従って以下のような作業及びデータ処理を行う。なお、以下のデータ処理においては、3D投影領域69内における位置をX3-Y3座標系で表し、2D画像表示領域70内における位置をX2-Y2座標系で表すものとする(図5参照)。また、上記X3-Y3座標系の2軸(X3軸及びY3軸)とそれらに直交する第三の軸(Z3)を有する3次元仮想空間を想定し、その中に、上記3次元形状データに基づいて生成された顔の3次元像が生成されるものとする。

【0025】(ステップS1) まず、使用者が3D選択

ボタン61をクリックすると、データ処理部51は、3次元形状データ記憶部54に保存されたデータ(ファイル)から所望の顔のデータを選択するためのダイアログボックス(図示せず)を画面に表示する。そして、そのダイアログボックスで使用者が所望の顔のデータを選択すると、データ処理部51は、そのデータを読み出し、所定の方法で処理する。これにより、選択された顔の3次元像が3次元仮想空間内に生成され、更に、その顔を正面から見たところを示す2次元画像が3D投影領域69に表示される。以下の説明では、上記3次元像を3D顔貌像とよび、3D投影領域69に表示された上記画像を以下では3D投影像とよぶ。3D投影像は本発明にいう照合先画像に相当する。図2(a)に3D投影像の一例を示す。なお、図2(a)中の3D投影像21の中の文字、直線、矢印及びハッチングを施した円は、本実施例の説明のために追加したもので、これらは3D投影像21には含まれない。

【0026】同様に、使用者が2D選択ボタン63をクリックすると、データ処理部51は、2次元画像データ記憶部53に保存されたデータから所望の顔のデータを選択するためのダイアログボックス(図示せず)を画面に表示する。そして、そのダイアログボックスで使用者が所望の顔のデータを選択すると、データ処理部51は、そのデータを所定の方法で処理し、選択された顔の画像を2D画像表示領域70に表示する。このように2D画像表示領域70に表示された画像を以下では2D画像とよぶ。この2D画像は本発明にいう照合元画像に相当する。図2(b)に2D画像の一例を示す。なお、図2(b)の2D画像22の中の文字、直線、矢印及びハッチングを施した円は、本実施例の説明のために追加したもので、これらは2D画像22には含まれない。

【0027】(ステップS2) こうして、3D投影像21及び2D画像22が画面に表示されたら、使用者が各画像に写った顔の特徴点を以下のように指定する。まず、使用者が左側の点指定ボタン62をクリックすると、データ処理は、3D投影像21の特徴点を指定するためのモードに入る。このモードで、使用者は、予め定められた複数の特徴点(顔の部位)を3D投影像21内で探し、それらの特徴点を順次クリックする。なお、本実施例では、図2(a)に示した7つの特徴点、すなわち、鼻根点(P1)、鼻尖点(P2)、口裂正中点(P3)、左右の目上中心点(P4及びP5)、左右の耳朵点(P6及びP7)をクリックするものとする。この作業中、データ処理部51は、各特徴点がクリックされる度毎に、その特徴点のX3座標及びY3座標を取得し、更に、取得した座標(X3, Y3)と上記3次元形状データから、その点の3次元仮想空間内におけるZ3座標を算出する。こうして3次元仮想空間における座標データが得られたら、データ処理部51がその座標データをメモリに保存する。このようにして、7つの特徴点を順次ク

リッジし、座標データを取得してゆく。

【0028】次に、右側の点指定ボタン64をクリックすると、2D画像22の特徴点を指定するためのモードに入る。このモードで、使用者が2D画像22の7つの特徴点を順次クリックしてゆくと、データ処理部51は、クリックの度に各特徴点のX2座標及びY2座標を取得し、その座標データをメモリに保存する。ただし、図2(b)を見ると、2D画像22は正面からではなく斜めから見た顔を撮影したものであるため、左耳朵点P6は見えない。このように2D画像内で見えない特徴点がある場合は、顔の外の余白の適宜箇所をクリックする。これにより、その点は欠損点とされ、後述するデータ処理の対象外となる。

【0029】3D投影像21及び2D画像22の両方において特徴点の指定が完了したら、使用者が実行ボタン65をクリックする。これを受けて、データ処理部51はステップS3～S10の処理を実行する。

【0030】ステップS3～S10の処理は、およそ次のような考え方に基いて進められる。すなわち、3次元仮想空間において、図2(a)のように正面を向いた状態を3D顔貌像の基準状態とし、その状態から3D顔貌像をX3軸の回りに角度 α だけ、Y3軸の回りに角度 β だけ、そしてZ3軸の回りに角度 γ だけ回転させることを考える。このとき、3つの回転角 α 、 β 及び γ を適切に設定すれば、3D顔貌像のX3-Y3平面への投影像(すなわち3D投影像21)に写った顔の向きを、2D画像表示領域70に表示された2D画像22に写った顔の向きと一致させることができる。このような考え方に基き、ステップS3～S10では、上記3つの回転角 α 、 β 、 γ を求めることを目的としたデータ処理が行われる。

【0031】(ステップS3) このステップでは、いずれかの特徴点が座標系の原点と一致するように各座標系の原点の再設定を行う。本実施例では、原点と一致させる特徴点として鼻根点P1を選択するものとする。この処理は、具体的には、3次元仮想空間においてX3-Y3-Z3座標系を平行移動させてその原点を3D顔貌像の鼻根点P1と一致させるとともに、2D画像表示領域70においてX2-Y2座標系を平行移動させてその原点を2D画像22の鼻根点P1と一致させる座標変換処理である。この座標変換処理は、後述する計算処理を簡単にするために行われるものである。

【0032】更に、3次元仮想空間の座標系については、鼻尖点P2、左右の耳朵点P6及びP7のY3座標が全て同一となり、且つ、鼻根点P1、鼻尖点P2及び口裂正中点P3のX3座標が全て同一となるように、座標系全体をX3軸回り及びY3軸回りにそれぞれ回転させる座標変換処理を行う。この回転処理も、後述する計算処理を簡単にするために行われるものである。なお、この回転処理の後の状態がすなわち3D顔貌像の基準状態

である。

【0033】なお、上記説明では、ステップS2で取得された3D投影像21の7つの特徴点の座標に基づいて、ステップS3で3次元仮想空間の座標系の平行移動や回転の処理を行うものとした。しかし、3次元形状データに7つの特徴点の座標データが含まれている場合、3次元座標系の平行移動や回転の処理をステップS3で行う必要はなく、例えば、ステップS1で3D投影像21を生成する際に、上記のような処理を行った上で、3D投影像21を表示するようにしてもよい。

【0034】(ステップS4) このステップでは、2D画像22の水平基準線の傾きを計算する。より具体的には、例えば、2D画像22の2つの目上中心点P4及びP5を通る直線を水平基準線とし、その直線と、左目上中心点P4を通る水平線とが成す角度 θ 23を求める。

【0035】(ステップS5) このステップでは、基準状態にある3D顔貌像をX3軸の回りに回転させるべき方向D1及びY3軸の回りに回転させるべき方向D2を以下のようにして求める。

【0036】まず、方向D1は次のように求める。すなわち、基準状態においては3D投影像21の鼻尖点P2のY3座標は左右の耳朵点P6及びP7のY3座標と同じである。そして、3D顔貌像をX3軸を中心としてある方向に回転させて斜め下に向ける(顔を前に傾ける)と、鼻尖点P2のY3座標が左右の耳朵点P6及びP7のY3座標よりも大きくなり、3D顔貌像を逆方向に回転させて斜め上に向ける(顔を後ろへ傾ける)と、鼻尖点P2のY3座標が左右の耳朵点P6及びP7のY3座標よりも小さくなる。このことを踏まえ、2D画像22の2つの目上中心点P4及びP5を通る直線がX2軸と平行になるような座標変換処理(画像の回転処理)を行った上で、鼻尖点P2のY2座標と右耳朵点P7(右耳朵点P7が欠損点である場合は、左耳朵点P6)のY2座標とを比較する。そして、鼻尖点P2のY2座標が右耳朵点P7のY2座標よりも小さいときは方向D1を正とし、逆のときは方向D1を負とする。

【0037】一方、方向D2は次のように求める。すなわち、基準状態においては3D投影像21の鼻尖点P2のX3座標は鼻根点P1及び口裂正中点P3のX3座標と同じである。そして、3D顔貌像をY3軸を中心としてある方向に回転させて左に向けると、鼻尖点P2は直線P1-P3に対して左耳朵点P6と同じ側に移動し、3D顔貌像を逆方向に回転させて右に向けると、鼻尖点P2は直線P1-P3に対して左耳朵点P6と反対側に移動する。このことを踏まえ、2D画像22において、鼻根点P1と口裂正中点P3とを通る直線に対して鼻尖点P2が左耳朵点P6と同じ側にあるかどうかを判定することにより方向D2を決定する。鼻尖点P2が直線P1-P3に対して左耳朵点P6と同じ側にあるときは方向D2を正とし、反対側にあるときは方向D2を負とす

る。

【0038】(ステップS6) このステップでは、3D顔貌像のX3軸回りの回転角 α 及びY3軸回りの回転角 β の最適値を求める処理を行う。この処理は、3次元仮想空間において3D顔貌像の回転角 α 及び β を微小量ずつ段階的に変化させながら、各段階毎に所定のチェック値を計算し、そのチェック値の最適値を与えるような回転角 α 及び β を最適回転角として選択する、という手順で実行される。なお、回転角 α 及び β を変化させる範囲は、ステップS5で求めた方向D1及びD2に基づいて定める。例えば、D1及びD2がともに正である場合は、 α 及び β ともに 0° から 180° まで正方向に変化させ、D1が正でD2が負である場合は、 α を 0° から 180° まで正方向に変化させる一方、 β は 0° から -180° まで負方向に変化させる。このように回転角を変化させる範囲を変数D1及びD2に基づいて限定することにより、データ処理にかかる時間が短縮されるだけでなく、チェック値が発散して最適値が求められなくなるといった事態も起こりにくくなる。

【0039】本実施例においては、上記チェック値を次のように定義する。まず、2D画像22の左右の目上中心点P4及びP5を通る直線と鼻尖点P2及び右耳朶点P7(右耳朶点P7が欠損点である場合は、左耳朶点P6)を通る直線とが成す角度 $\theta 21$ と、鼻根点P1から鼻尖点P2及び口裂正中点P3を望む角の角度 $\theta 22$ とを計算する。また、3D顔貌像をX3軸回り及びY3軸回りに回転させたときの3D投影像(この3D投影像は実際に3D投影領域69に表示する必要はない)においても、同様に、左右の目上中心点P4及びP5を通る直線と鼻尖点P2及び右耳朶点P7を通る直線とが成す角度 $\theta 31$ と、鼻根点P1から鼻尖点P2及び口裂正中点P3を望む角の角度 $\theta 32$ とを計算する。このようにして得られた $\theta 21$ 、 $\theta 22$ 、 $\theta 31$ 及び $\theta 32$ の値を用いて、チェック値Kを次式 $K=(\theta 31-\theta 21)^2+(\theta 32-\theta 22)^2$ で定義する。この場合、Kの値が最小となるような回転角 α 及び β が最適回転角として選択される。

【0040】(ステップS7) このステップでは、3D顔貌像のZ3軸回りの回転角 γ を次のように計算する。すなわち、上述のように3D顔貌像のX3軸回り及びY3軸回りの最適回転角 α 及び β が計算されたら、基準状態からその回転角分だけ3D顔貌像を回転させる。次に、このように回転させた3D顔貌像の3D投影像において、左右の目上中心点P4及びP5を通る直線と水平線とが成す角度 $\theta 33$ を計算する。そして、 $\theta 33$ と先に求めた $\theta 23$ との差 $\theta 23-\theta 33$ を、Z3軸回りの回転角 γ とする。

【0041】(ステップS8) このステップでは、3D投影像21における顔の大きさを2D画像22のそれとほぼ同じにするための拡大縮小率を計算する。拡大縮小率としては、例えば、2D画像22における所定の2つ

の特徴点(例えば左右の目上中心点P4及びP5)の距離と、3D投影像21におけるその距離との間の比を用いる。また、同一直線上にない3点を含む複数の特徴点の座標を用いて拡大縮小率を計算してもよい。例えば、2D画像22において、鼻根点P1から鼻尖点P2、口裂正中点P3、左目上中心点P4及び右目上中心点P5までの距離をそれぞれL2、L3、L4及びL5とし、これら4つの距離値の和をL0とする。同様に、3D投影像21において、鼻根点P1から鼻尖点P2、口裂正中点P3、左目上中心点P4及び右目上中心点P5までの距離をそれぞれM2、M3、M4及びM5とし、これら4つの距離値の和をM0とする。こうして得られたL0及びM0の比を拡大縮小率とする。このようにすると、2つの特徴点を用いる場合に比べて、計算にかかる負荷をほとんど増大させることなく、拡大縮小率の計算精度を求めることができる。特に、上記の例のように、顔面上で略水平方向の距離(L2、L3、M2、M3)と略垂直方向の距離(L4、L5、M4、M5)に基づいて拡大縮小率を求めるようにすれば、誤差がより小さくなる。

【0042】(ステップS9) このステップでは、3D投影像21の鼻根点P1のX3座標及びY3座標が、2D画像22の鼻根点P1のX2座標及びY2座標と一致するように、3D顔貌像をX3-Y3平面に沿って平行移動させるべき距離を計算する。

【0043】(ステップS10) このステップでは、ステップS3～S9で得られた計算結果に基づいて、3D顔貌像の回転、拡大縮小、及び、X3-Y3平面に沿った平行移動を実行して新たな3D顔貌像を生成し、その3D投影像を3D投影領域69に表示する。こうして3D投影領域69に表示された3D投影像に写った顔は、2D画像表示領域70に表示された2D画像22に写った顔とほぼ同一の方向を向くものとなる。

【0044】図5のウィンドウ60に備えられたその他のボタンに割り当てられた機能について以下に説明する。

【0045】まず、縦ワイブボタン66及び横ワイブボタン67には、上述のようにして得られた3D投影像を2D画像22に重畳して整合性チェック用の合成画像を生成する機能が割り当てられている。例えば、使用者が縦ワイブボタン66をクリックすると、図6に示したように、3D投影領域69を上下に分割する水平な分割線71が生成され、上下の分割領域には3D投影像の上部及び2D画像22の下部(又は、2D画像22の上部及び3D投影像の下部)がそれぞれ表示される。そして、分割線71をマウスカーソル72でY3軸方向にドラッグすること(縦ワイブ動作)により、上下の画像の輪郭線や目鼻等の位置の整合性を目で確認することができる。同様、横ワイブボタン67をクリックすると、垂直な分割線73で3D投影領域69が左右に分割され、そ

の分割線 73 をマウスカソール 72 で X3 軸方向にドラッグすること（横ワイプ動作）ができるようになる。

【0046】遠近補正ボタン 68 には、2D 画像 22 を実際に撮影したときの撮像機器から被写体（顔）までの距離及び倍率に基づいて 3D 投影像を補正する機能が割り当てられている。この補正処理は、撮影された画像（2D 画像）における被写体の大きさが撮像機器から被写体までの距離に反比例することを考慮して行われる。例えば、図 7 のように、カメラ 81 で顔 82 を撮影した画像においては、カメラ 81 に近い顔の部位（例えば右頬 83）に比べて、カメラから遠い顔の部位（例えば右耳 84）が実際よりも小さく写る。そこで、カメラから被写体（顔）までの距離が判明している場合には、3D 顔貌像から 3D 投影像を生成する際に、撮像機器から顔の各部位までの距離に基づいた補正を行うことにより、実際の 2D 画像 22 により近い 3D 投影像が得られるのである。なお、このような遠近補正処理は、例えば操作者が遠近補正ボタン 68 をクリックすることにより手動で実行されるようにしてもよいが、より好ましくは、図 1 のフローチャートにおいて、拡大縮小処理よりも前にこの遠近補正処理を行うようにするとよい。例えば、ステップ S7 と S8 の間で遠近補正処理を行うようにすると、拡大縮小率の計算精度がより高まる。また、ステップ S6 の処理（チェック値の最適値を与えるような 3D 顔貌像の X3 軸回り及び Y3 軸回りの回転角 α 及び β を計算する）において、回転角 α 及び β を段階的に変化させる度毎に遠近補正処理を行い、チェック値を調べるようにすれば、回転角 α 及び β の計算精度も高まる。

【0047】なお、本発明に係る画像処理方法及び装置の実施例は上記のものに限られるわけではない。例え

ば、指定特徴点の数は必ずしも 7 でなくてもよく、同一平面上にない 4 つの特徴点を少なくとも含んでいれば、その数は任意としてよい。また、3D 投影像と 2D 画像 22 との一致の度合を示すチェック値は、上記のような方法以外にも様々な方法で定義することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る画像処理方法の一例の手順を示すフローチャート。

【図 2】 (a) 照合先画像としての 3D 投影像の一例を示す図、(b) 照合元画像としての 2D 画像の一例を示す図。

【図 3】 データ処理システムを構成する主な機器を示す図。

【図 4】 図 3 のシステムの機能的構成を示すブロック図。

【図 5】 画像処理プログラムのウィンドウを示す図。

【図 6】 ワイプ機能を説明するための図。

【図 7】 カメラからの距離が顔の部位に応じて変化することを説明するための図。

【符号の説明】

21…3D 投影像（照合先画像）

22…2D 画像（照合元画像）

P1～P7…特徴点

P1…鼻根点

P2…鼻尖点

P3…口裂正中点

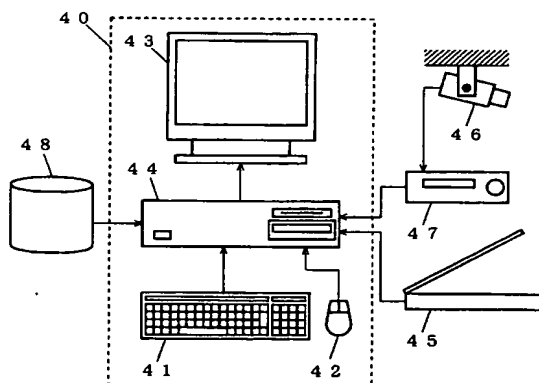
P4…左目上中心点

P5…右目上中心点

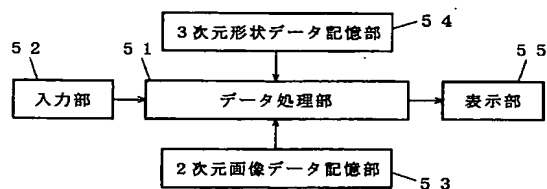
P6…左耳朶点

P7…右耳朶点

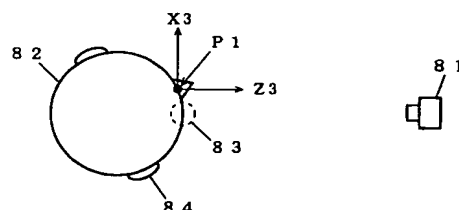
【図 3】



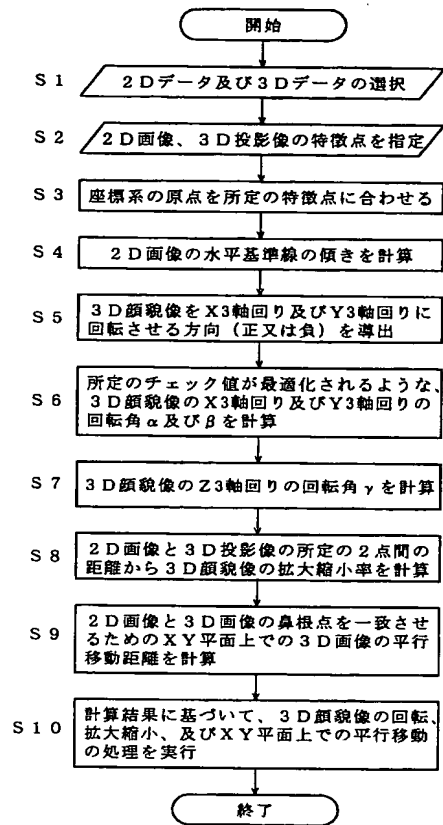
【図 4】



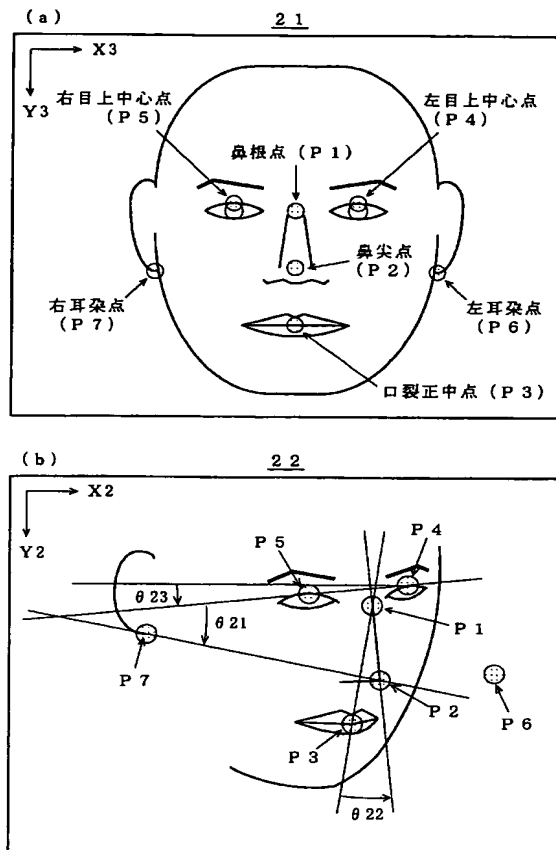
【図 7】



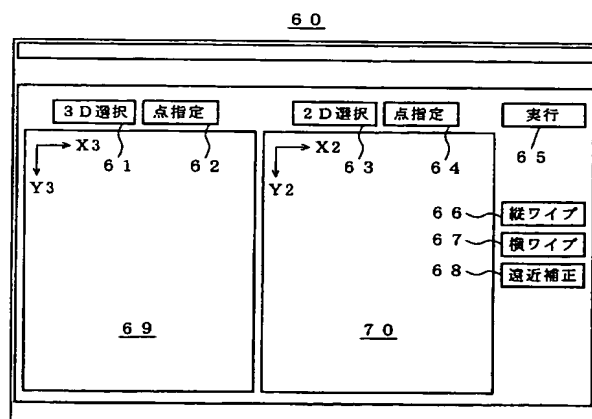
【図1】



【図2】



【図5】



【図6】

